

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Patent Gazette

(11) Publication number: Japanese Published Patent

Application Hei.11-110139

(43) Date of publication of application: April 23, 1999

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> G06F 3/06

G11B 20/10

---

(54) Title of Invention: DATA READING METHOD AND DATA READING APPARATUS

(21) Application No. Hei.9-262368

(22) Application date: September 26, 1997

(72) Inventor: Ryoji Fukuhisa

c/o Japan IBM Corporation Fujisawa Branch

1 Kirihara-cho Fujisawa-shi Kanagawa

(72) Inventor: Hiroshi Saito

c/o Japan IBM Corporation Fujisawa Branch

1 Kirihara-cho Fujisawa-shi Kanagawa

(72) Inventor: Shoichi Hirashita

c/o Japan IBM Corporation Fujisawa Branch

1 Kirihara-cho Fujisawa-shi Kanagawa

(72) Inventor: Yuzuru Hashimoto

c/o Japan IBM Corporation Fujisawa Branch

1 Kirihara-cho Fujisawa-shi Kanagawa

BEST AVAILABLE COPY

(71)Applicant: International Business Maschines Corporation

Armonk New York 10504 U.S.A.

(74)Attorney: Patent Attorney Hiroshi Sagaguchi (and other 2  
patent attorneys)

(57) [Abstract]

[Object] An object of the present invention is to provide a lower-priced and more reliable data reading method and data reading apparatus, which can improve a performance of an opposite direction sequential reading.

[Construction] A disk drive device 10 includes a magnetic disk 11 and a controller 22 comprising an HDC 17, a RAM 18, an MPU 19 for controlling the operation of the whole HDD including a control of the HDC 17, a ROM 20 and an I/F 21 for connecting with an external host apparatus 30. The controller 22 executes: an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading; a step of receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA; a step of reading only the block of the first length from the first LBA when an opposite direction reading is detected; and a step of looking-ahead only a second block from a second LBA smaller than the first LBA, and when an opposite direction reading is detected, reading of data which are estimated to be demanded by the next command is

started immediately at the point of time when a data reading from a disk is ended.

[Claims]

[Claim 1] A data reading method for reading data from a storage medium, comprising:

an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading; and

a control step of starting to read data in an address previous to a present address at the point of time when data reading from the storage medium is ended.

[Claim 2] A data reading method for reading data from a storage medium, comprising:

an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading;

a step of receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA (Logical Block Address);

a step of reading the block of the first length from the first LBA; and

a step of looking-ahead a block of a second length from a second LBA smaller than the first LBA.

[Claim 3] The data reading method as defined in any of Claim 1 and Claim 2, wherein

said opposite direction reading detection step

checks a backward sequential LBA for an opposite direction reading for every command line, and judges that the

opposite direction reading is detected when matchings of the backward sequential LBAs continue a predetermined times.

[Claim 4] The data reading method as defined in any of Claim 1 and Claim 2, wherein

in a step after an opposite direction reading is detected,

an average Read Length per one command is compared with a segment size,

when a Read Length is smaller than a predetermined value responding to a buffer segment size, the reading is started at the position which is a segment size back.

[Claim 5] The data reading method as defined in Claim 2, wherein,

in a step after an opposite direction reading is detected,

when data length is equal to a predetermined value responding to a buffer segment size, the reading is started from a second LBA.

[Claim 6] The data reading method as defined in Claim 2, wherein,

in a step after an opposite direction reading is detected,

an average Read Length  $L$  per one command is compared with a segment size, and when the Read Length is larger than a predetermined value responding to a buffer segment size, the

reading is started from the second LBA which is backed.

[Claim 7] A data reading apparatus for reading data from a storage medium, comprising:

an opposite direction reading detection means for detecting an opposite direction reading; and

a control means for starting to read data in an address previous to a present address at the point of time when data reading from the storage medium is ended in the case where an opposite direction reading is detected by the opposite direction reading detection means.

[Claim 8] A data reading apparatus for reading data from a storage medium, comprising:

an opposite direction reading detection means for detecting an opposite direction reading;

a means for receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA;

a means for reading the block of the first length from the first LBA when an opposite direction reading is detected by the detection means; and

a means for looking-ahead a block of a second length from a second LBA smaller than the first LBA.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Applicable Field in the Industry]

The present invention relates to a data reading method

and a data reading apparatus employed for a hard disk drive (HDD) and the like, more particularly, to a data reading method and a data reading apparatus which includes a sector buffer having a caching function.

[0002]

[Prior Art]

A disk drive device contains a memory called a sector buffer, and even after reading from an area which is demanded by one reading command is ended, a reading from an area subsequent thereto is continued (which is called Look Ahead) in order to increase speed of a sequential reading. Then, in case of sequential reading, when the next reading command comes, data have already existed in the memory, thereby increasing speed of reading. Then, a serial number applied to usable sector is called Logical Block Address (LBA: Logical Block Address).

[0003]

Figure 7 is a diagram for explaining Look-Ahead (Look Ahead) operation, illustrating a reading from a disk and a movement on an interface. In figure, numerals denote addresses and arrows denote order of operation.

[0004]

The current method is for a forward direction reading, and the designated data on the disk are read and thereafter, reading from the disk is continued as long as a buffer memory

has some room in capacity. Thereby, data are stored in the buffer memory until a new reading operation is started and therefore the data can be transferred as they are. This is called Look-Ahead (Look Ahead) operation. As an example in figure 7, a command (Read 10111Length 3) is issued initially, and then reading from areas (10111~10113) in a disk, which is demanded by a reading command, is performed to be transferred onto an interface, and even after the reading from the area demanded by the reading command is ended, a reading from the area subsequent thereto (10114~) is continued.

[0005]

As described above, in read cache process, data which are instructed to be read from a host apparatus, or data which are estimated to be read, are looked-ahead (Looked Ahead) from a magnetic disk to be stored in a memory.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention]

In such an prior art disk drive device, however, speed can be increased by look-ahead in sequential reading, while no consideration is given to an opposite direction sequential reading, and therefore operation of starting to read data on the disk when a command comes is continued in the case where opposite direction sequential reading is performed, so process thereof needs more time than that of a sequential reading.

[0007]

More particularly, an HDD has been used for recording and editing image signals recently, and an opposite direction sequential reading is performed in an HDD in the case where the image signals are reproduced in the opposite direction. At this time, a system design should be made on the basis of the performance of the opposite direction sequential reading because the performance of the opposite direction reading is inferior to that of the forward direction reading. When the difference between the performance of the opposite direction sequential reading and the performance of the forward direction reading is large, in the case where the system is designed so as to adapt to the performance of the opposite direction sequential reading, the HDD must be estimated lower in performance to be designed, thereby increasing the cost. Then, for holding down the cost, the margin at the opposite direction reading is made to be reduced, whereby the stability of the system operation cannot be secured.

[0008]

It is an object of the present invention to provide a lower-priced and more reliable data reading method and data reading apparatus which can improve a performance of an opposite direction sequential reading.

[0009]

[Measures to Solve the Problems]



According to the present invention, a data reading method for reading data from a storage medium comprises: an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading; and a control step of starting to read data in an address previous to a present address at the point of time when data reading from the storage medium is ended.

[0010]

According to the present invention, a data reading method for reading data from a storage medium comprises: an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading; a step of receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA; a step of reading the block of the first length from the first LBA; and a step of looking-ahead a block of a second length from a second LBA smaller than the first LBA.

[0011]

Said opposite direction reading detection step checks a backward sequential LBA for an opposite direction reading for every command line, and may judge that the opposite direction reading is detected when matchings of the backward sequential LBAs continue a predetermined times.

[0012]

In a step after the opposite direction reading is detected, an average Read Length per one command is compared

with a segment size, and when a Read Length is smaller than a predetermined value responding to a buffer segment size, the reading may be started at the position which is a segment size back.

[0013]

Further, in the step after the opposite direction reading is detected, when data length is equal to a predetermined value responding to a buffer segment size, the reading may be started from a second LBA. And further, in the step after the opposite direction reading is detected, an average Read Length L per one command is compared with a segment size, and when the Read Length is larger than a predetermined value responding to a buffer segment size, the reading may be started from the second LBA which is backed.

[0014]

According to the present invention, a data reading apparatus for reading data from a storage medium comprises: an opposite detection reading detection means for detecting an opposite direction reading; and a control means for starting to read data in an address previous to a present address at the point of time when data reading from the storage medium is ended in the case where an opposite direction reading is detected by the opposite direction reading detection means.

[0015]

According to the present invention, a data reading apparatus for reading data from a storage medium comprises: an opposite direction reading detection means for detecting an opposite direction reading; a means for receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA; a means for reading the block of the first length from the first LBA when an opposite direction reading is detected by the detection means; and a means for looking-ahead a block of a second length from a second LBA smaller than the first LBA.

[0016]

[Embodiment]

A data reading method and a data reading apparatus according to the present invention can be applied to a mini-HDD.

[0017]

Figure 1 is a block diagram illustrating a construction of a disk drive device according to an embodiment of the present invention.

[0018]

In figure 1, a magnetic disk device (HDD) 10 comprises: a magnetic disk 11 which is a data recording medium; a magnetic head 12 for performing reading/writing of data from/into the magnetic disk 11; an actuator mechanism 13 for moving a head slider having the magnetic head 12 over the surface of the magnetic disk 11 and in the standby position; a voice coil

motor (VCM) 14 for circularly driving an arm of the actuator mechanism 13; a VCM driver 15 for driving the VCM 14, which includes a spindle motor for rotationally driving the magnetic disk 11; a reading and writing circuit unit 16 for modularizing amplifier circuit of detected signal, waveform shaping circuit, analog/digital converter (ADC), digital/analog converter (DAC), and the like and controlling reading and writing of data; a hard disk controller (Hard Disk Controller: HDC) 17 for controlling operations of reading/writing data from/into a magnetic disk and the like; a RAM 18 for storing the supplied data temporally as well as caching recorded and reproduced data; an MPU 19 for controlling operations of the whole HDD including the control of the HDC 17; a ROM 20 for storing microprogram for operating the MPU 19 and data; and an interface (I/F) 21 for connecting with an external host apparatus 30 through a bi-directional line.

[0019]

Further, the HDC 17, the RAM 18 and the MPU 19 are connected to each other by data bus, and the HDC 17 is connected to the MPU 19 by controlling bus, and the HDC 17 is connected to the host apparatus 30 outside the HDD through the I/F 21.

[0020]

The magnetic disk 11 can be also applied to Embeddedservo (Sector servo) method in which tracks including

data area in which data are recorded and servo area in which servo data are recorded in advance are arranged concentrically and Dedicated servo method in which one surface of a magnetic disk is used only for servo and only data are recorded onto another magnetic disk surface.

[0021]

The above-mentioned HDC 17, RAM 18, MPU 19, ROM 20 and interface 21 control the operation of the whole HDD as a whole, while constitute the controller 22 for controlling input and output of data from/to the external apparatus (host apparatus 30) which is connected thereto through the I/F 21.

[0022]

The controller 22 comprises the MPU 19 for executing control program, control program and memory for retaining data such as defect map indicating a position of defective sector, and the like.

[0023]

As memory, the RAM 18 and the ROM 20 are provided, and the control program is stored in the ROM 20 or the RAM 18. A program stored in the RAM 18 is stored in a predetermined area on the magnetic disk 11 and the program is read into the RAM 18 to be executed when the power is switched on (at the POR [Power On Reset]). Further, the RAM 18 has a function as a cache memory and has a storage capacity which can retain data corresponding to more than several hundreds of recording

units (sectors) on the magnetic disk, for example, 128 kilobytes (256 blocks).

[0024]

The controller 22 controls operation of the whole disk drive device by executing control program (microprogram) and performs control of reading/writing from/into the magnetic disk 11 and the like on the basis of the command and data which are supplied through the I/F 21 from the host apparatus 30.

[0025]

In addition, the MPU 19 in the controller 22 can execute a plurality of processes in parallel and one of the processes is a process of controlling input and output of command and data from/to the host apparatus 30 and another process is a write process of writing data to be written, which are retained in buffer (RAM 18), into the magnetic disk 11, and the other process is a read cache process of looking-ahead (Look Ahead) from the magnetic disk 11, data which are instructed to be read by the host apparatus 30 or data which are estimated to be read, to retain the data in buffer. Other processes such as an arithmetic operation for servo control and an error restoration process are also executed in parallel.

[0026]

In input and output control process from/to the host apparatus 30, when command for demanding data writing,

address (e.g. Logical Block Address: LBA and the like) indicating where the data are to be written (sector on the magnetic disk 11) and the data to be written are supplied from the host apparatus 30 to the controller 22, the controller 22 retains the supplied data to be written in a buffer. Further, when a command for demanding data reading and address (LBA) in which data to be read are stored are supplied from the host apparatus 30, in the case where the data which are demanded to be read are read from the magnetic disk 11 and retained in the buffer, the retained data are read and supplied to the host apparatus 30, and in the case where the data demanded to be read are not retained in the buffer, the controller 22 instructs the reading and writing circuit unit 16 to read the data demanded to be read, and supplies the read data to the host apparatus 30.

[0027]

In the write process, the controller 22 successively reads data to be written, which are supplied from the host apparatus 30 and retained in buffer as described above, and the controller 22 supplies the read data to the reading and writing circuit unit 16 and instructs it to write the supplied data into the magnetic disk 11.

[0028]

In addition, in read cache process, the controller 22 instructs the reading and writing circuit unit 16 to read data

which are estimated to be demanded to be read from the host apparatus 30 and retains the read data in buffer.

[0029]

Here, the controller 22 performs a means for detecting an opposite direction reading and control for starting the reading of data which are estimated to be demanded by the subsequent command immediately at the point of time when data reading from the magnetic disk 11 is ended in the case where the opposite direction reading is detected, in addition to the above-mentioned processes.

[0030]

Hereinafter, the operation of the disk drive device 10 constructed as above will be described, and initially the basic concept of the present invention will be described.

[0031]

In the reading operation of a hard disk, data read from a disk are once stored in a memory in the hard disk drive to be transferred to the outside through an interface. Accordingly, data reading from the disk is ended and then data are actually transferred and there is some time until the next command is executed.

[0032]

Then, according to the present invention, it can be easily detected from the command line that the opposite direction reading is being performed, so the reading of data



which are estimated to be demanded by the subsequent command immediately at the point of time when the data reading from the disk is ended in the case where it is detected that an opposite direction reading is being performed. Thereby, data reading can be started before the subsequent command comes.

[0033]

The opposite direction reading will be described in detail.

[0034]

Figure 2 is a diagram for explaining the opposite direction reading, and figure 2(a) illustrates a sequential access, figure 2(b) illustrates a backward sequential access (the opposite direction sequential reading) and figure 2(c) illustrate an example of an image signal in the case where a backward sequential access is performed. In figures, [] shows the order of access.

[0035]

In the case where data are read from the corresponding address in units of predetermined sectors (e.g. in units of 10 sectors from the LBA No. 10000), the sequential access (the forward direction reading) is as shown in figure 2(a). On the other hand, in the backward sequential access, as shown in figure 2(b), data [1] (10 sectors from LBA No. 10020) are read initially, and subsequently the access is made backward

to LBA No. 10010 as shown by the dotted line in the same figure and the data [2] (10 sectors from LBA No.10010) are read, and subsequently the access is made backward to LBA No.10000 and the data [3] (10 sectors from LBA No. 10000) are read. Then, for the convenience of explanation, in the above description, although the number of reading sectors is made 10 sectors, the opposite direction sequential reading in case of the opposite direction playback can be taken as an actually applied example of the opposite direction reading. For example, as shown in figure 2(c), the opposite direction playback is performed in units of one frame of TV image signal in some cases.

[0036]

According to the present invention, when the HDD receives a command, the MPU checks the command and judges that the command includes a backward sequential access. Then, it is obtained how long data reading an access has for one time, and (1) in the case where the data length has a size which is not within a segment size, the head of the command which is likely to come next is accessed and the reading is started therefrom and (2) in the case where data length per one time access is short and the data has a size which is within the segment size of the buffer, the reading is started from the position backed up by a segment size, whereby reducing the time to wait for rotation.

[0037]

The detection method of the opposite direction reading will be described.

[0038]

Figure 3 is a diagram for explaining the detection method of the opposite direction reading and figure 3(a) shows an example of the sequential LBA in the Look-Ahead operation as a compared example for explaining 'backward sequential', and figure 3(b) shows an example of backward sequential LBA.

[0039]

In figure 3(a), a sequential LBA is secured in a memory and No. of the address and length (block) are being retained in the sequential LBA at the point of time when a command line comes. For example, the sequential LBA is made LBA No. 10010 which is 10 blocks ahead at the point of time when the command line (10 blocks from LBA No.10000) comes. Subsequently, the sequential LBA is made LBA No.10020 which is 10 blocks ahead at the point of time when the command line (10 blocks from the LBA No.10010) comes. In this way, the sequential LBA for every command line is checked and when the matchings of sequential LBAs continue predetermined times, it is judged that the 'sequential' is detected. Such sequential judgment has been performed conventionally for increasing the speed of sequential reading.

[0040]

In case of 'backward sequential', the opposite direction reading is detected by the method similar to that of the above-mentioned sequential LBA.

[0041]

In figure 3(b), a backward sequential LBA is secured in a memory and No. of the address and length (block) are being retained in the backward sequential LBA at the point of time when a command line comes. For example, the case where the command line (10 blocks from LBA No.10020), the command line (10 blocks from LBA No.10010), and the command line (10 blocks from LBA No.10000) come is exemplified. Initially, the backward sequential LBA is made LBA No. 10019 which is one block previous to the head address No. at the point of time when the command line of 10 blocks from LBA No. 10020 comes.

[0042]

Here, why the backward sequential LBA is made previous to the head address No. by one block instead of ten blocks is that the backward sequential LBA may not be necessarily 10 blocks (sectors) previous and backward sequential connection is surely judged when the backward sequential LBA is at least one block previous to the head address No.

[0043]

In figure 3(b), the backward sequential LBA is made LBA No. 10019 which is one block previous to head address No. at the point of time when the command line (10 blocks from LBA

No.10020) comes. Subsequently, when the command line (10 blocks from LBA No. 10010) comes, at that time the backward sequential LBA is made LBA No.10009 which is one block previous. In this way, the content of the backward sequential LBA is checked and when the matchings of backward sequential LBAs continue predetermined times, it is judged that 'backward sequential' is detected.

[0044]

When the backward sequential LBA is detected as described above, the speed of opposite direction reading is increased on the basis of the detected backward sequential LBA.

[0045]

Hereinafter, the basic concept on a method of increasing the speed will be described.

[0046]

An average Read Length per one command is made L, and the L is compared with a segment size.

[0047]

When L is compared with a segment size,  
 (1) when L is smaller than half the segment size (when  $(1/2)$  Segment Size  $> L$ ),  
 that Read Length L for one time is smaller than half the segment size means that the Look-Ahead for at least two commands can be performed at the forward reading. At this time, Read Start

is performed at the position which is a segment size back. In case (1), the reading can be performed immediately without waiting for a rotation, whereby reducing time greatly. The case (1) will be described later with reference to figure 4. On the other hand,

(2) when  $L$  is equal to or larger than half the segment size (when  $(1/2)\text{Segment Size} \leq L$ ), that  $L$  is equal to or larger than half the segment size means the state that the Look-Ahead for only one command is possible. At this time, the rotation waiting cannot be avoided, whereby Read Start is performed at the head LBA of the command which is estimated to come subsequently, which is a back position. In case (2), the time until a command actually comes can be reduced.

[0048]

Here, the following effect can be obtained by comparing  $(1/2)\text{Segment Size}$  with an average length  $L$ . To be specific, when  $(1/2)\text{Segment Size} > L$ , there is a possibility that a plurality of Look-Aheads are performed, while when  $(1/2)\text{Segment Size} \leq L$ , Look-Aheads for two commands cannot be performed and it is meaningless to return in the opposite direction when the Look-Ahead for only one command can be performed because no storage into a segment buffer is executed. Then, in this case, Look-Ahead is not performed and Read Start is performed at the head LBA of command, which is a back

position, whereby increasing the speed even a little.

[0049]

Figure 4 is a diagram for explaining operation of increasing speed of opposite direction reading, illustrating reading from a disk and the movement on the interface. Then, figure 4 is more understandable when this is compared with Look-Ahead (Look Ahead) operation in the above-mentioned figure 7.

[0050]

The current method shown in the figure 7 is for forward direction. The designated data on a disk are read, and the reading from the disk is continued thereafter as long as buffer memory has a room in capacity.

[0051]

On the contrary, in operation of increasing speed of an opposite direction reading, as shown in figure 4, although the designated data on the disk are read, reading from the disk is interrupted at the point of time when the reading from the sector is ended. More particularly, the reading from the disk is performed for only sectors demanded by the command. Then, the opposite direction Look-Ahead operation is started on the basis of the command estimated to come next immediately when the demand by the command is completed. Subsequently, when the predicted command comes, data which have been looked-ahead from the disk by the opposite direction Look-Ahead are

transferred immediately.

[0052]

In an example of figure 4, a command (Read 10111 Length 3) is issued initially, and then reading of sectors (LBA10111 ~ 10113) which are demanded by the reading command is performed from the disk to be transferred onto the interface, and the reading from the disk is interrupted at the point of time when the reading of the sectors is ended. Then, the opposite direction Look-Ahead operation is started immediately, and the reading of sectors (10108 ~ 10110) estimated to be demanded by the command which comes next is performed. Subsequently, the predicted command (Read 10108 Length 3) is issued and then the sectors (LBA 10108 ~ 10110) which have been looked-ahead in the opposite direction from the disk are immediately transferred. Further, at the point of time when the reading of the sectors (LBA 10108 ~ 10110) is ended, the reading from the disk is interrupted. Similarly, the next opposite direction Look-Ahead operation is started, and the reading of the sectors (10105 ~ 10107) estimated to be demanded by the command which comes next is performed, and subsequently when the predicted command (Read 10105 Length 3) is issued, sectors (LBA 10105 ~ 10107) which have been looked-ahead in the opposite direction from the disk are transferred immediately.

[0053]



Next, an operation of disk drive device 10 will be described in detail on the basis of the above-mentioned basic concept with reference to a flow chart.

[0054]

Figure 5 is a flow chart for performing an opposite direction reading detection, and the flow is executed in MPU 19. In figure, ST shows each step of the flow.

[0055]

Initially, a command is waited in step ST1, and when the command comes, LBA/Length is obtained in Step ST2. Next, sequential/backward sequential checking is started. More particularly, it is judged whether LBA is a sequential LBA or not in step ST3, and when LBA is a sequential LBA, a sequential access as shown in the figure 7 is performed in step ST4 and step proceeds to step ST7.

[0056]

When LBA is not a sequential LBA, it is judged in step ST5 whether the  $LBA + \text{Length}$  (length of command) is a backward sequential LBA or not, and when it is a backward sequential LBA, a backward sequential access as shown in figure 4 is performed in step ST6 and the step proceeds to step ST7.

[0057]

In step ST7, an average length for data (sectors) employed for Look-Ahead is calculated. To be specific, the sum ( $\Sigma \text{length}$ ) of  $n$  pieces of lengths is updated and  $n$  is

incremented ( $n=n+1$ ). Here, an average length ( $\Sigma \text{length}/n$ ) is obtained by calculating an average length per one command when  $n$  pieces of commands (e.g. 5 commands) come as 'sequential' (or 'backward sequential'). The returned quantity of 'backward sequential' is decided on the basis of the average length. On the other hand, when it is judged in the step ST5 that the  $\text{LBA} + \text{Length}$  is not a backward sequential LBA, it is judged that a random access is to be performed and the  $n$  and the sum of the lengths ( $\Sigma \text{length}$ ) are made 0 ( $n=0$ ,  $\Sigma \text{length}=0$ ) in step ST8.

[0058]

Next, in step ST9, sequential LBA/backward sequential LBA are made LBA of the next command respectively. To be specific, in case of sequential LBA, Length and one sector are added to the LBA to be made the sequential LBA of the next command ( $\text{LBA} + \text{Length} + 1$ ), and in case of backward sequential LBA, the present  $\text{LBA} - 1$  is made backward sequential LBA of the next command.

[0059]

Next, in step ST10, the command is executed and the flow is completed, and the step returns to step ST1 and waits for the next command. The execution of the command will be described later with reference to figure 6.

[0060]

Figure 6 is a flow chart illustrating a command execution

operation, and the flow illustrates an example of the case where the backward sequential operation mode is started.

[0061]

Initially, a command execution process is started, and then, in step ST11, the reading from the disk is made to be ended at the position obtained by adding the Length of the command to the LBA of the command and subtracting one sector from the added result ( $LBA + \text{Length} - 1$ ).

[0062]

The reading is ended in step ST12, and then the following operations will be performed in a host interface and a HDD, respectively.

[0063]

That is, the host interface transmits the status in step H1, and starts to prepare for receiving the next command in step H2. On the other hand, the HDD judges whether  $(1/2)\text{Segment Size} > L$  ( $L$  is an average length) or not in step ST13. This is because the above-mentioned method of increasing speed (1) or (2) is executed.

[0064]

When  $(1/2)\text{Segment Size} > L$ , Look-Ahead for a plurality of commands can be performed, whereby Read Start is performed at the position which is a segment buffer size back from the LBA of the present command in step ST14 and the flow is completed. In this case, Look-Ahead for at least two

commands can be performed, thereby reducing time greatly.

[0065]

When  $(1/2)\text{Segment Size} \leq L$ , Look-Ahead for a plurality of commands cannot be performed, whereby Read Start is performed at the position which is back from LBA of the present command by an average length  $L$  and the flow is completed. In this case, although it is impossible to increase speed greatly by the Look-Ahead, the time until a command actually comes can be reduced.

[0066]

As described above, the disk drive device 10 according to this embodiment comprises a magnetic disk 11 and a controller 22 which includes: an HDC 17; a RAM 18 in which recorded/reproduced data are cached; an MPU 19 for controlling operation of the whole HDD, including a control of the HDC 17; a ROM 20 for storing a microprogram and the like; and an I/F 21 for connecting with the external host apparatus 30, and the controller 22 executes an opposite direction reading detection step of detecting an opposite direction reading, a step of receiving a command for reading a block of a first length from a first LBA, a step of reading only the block of the first length from the first LBA when an opposite direction reading is detected, and a step of looking-ahead only a second block from a second LBA smaller than the first LBA, and when the opposite direction reading

is detected, reading of data which are estimated to be demanded by the next command is started immediately at the point of time when the data reading from a disk is ended, whereby improving a performance of an opposite direction sequential reading and realizing lower-priced and more reliable data reading system.

[0067]

In addition, according to this embodiment,  $(1/2)$  Segment Size is compared with an average length  $L$  and the optimized opposite direction reading control is performed by judging whether Look-Ahead for a plurality of commands can be performed or not, whereby minimizing rotation waiting time without deteriorating a performance.

[0068]

Furthermore, this embodiment can be executed without adding a circuit and the like and it is needless to say that this embodiment can be executed together with a prior art forward direction Look-Ahead control. Accordingly, there is an excellent effect that this embodiment can be easily executed at a low cost without any change in system operation.

[0069]

Then, according to this embodiment, though an example in which the present invention is applied to an HDD is described, the invention is not restricted to this. The present invention can be applied to any apparatus as long as

the apparatus is a disk drive device containing a cache memory. For example, the present invention may be applied to an external recording apparatus other than an HDD such as a magneto optical disk and the effect similar to that of the aforementioned embodiment can be achieved.

[0070]

In addition, according to this embodiment, although (1/2) Segment Size is compared with an average length L and it is judged whether the Look-Ahead for a plurality of commands can be performed or not, it is needless to say that the comparison of (1/2) Segment Size with an average length L is just an example. For example, (1/2) Segment Size may not be used or a predetermined margin may be allowed the average length L. Further, the calculation of an average length per command may be performed by any method.

[0071]

Further, it goes without saying that the kinds and the number of the HDC, the memory, the MPU and the like, which constitute the aforementioned disk drive device, are not restricted to those of the above-mentioned embodiment.

[0072]

[Effect of the Invention]

A data reading method and a data reading apparatus according to the present invention detect an opposite direction reading, and when an opposite direction reading is

detected, the reading of data in an address previous to the present address is started at the point of time when data reading from a storage medium is ended, whereby improving a performance of an opposite direction sequential reading and realizing lower-priced and more reliable data reading.

[Brief Description of the Drawings]

[Figure 1]

Figure 1 is a block diagram illustrating a constitution of a disk drive device according to an embodiment to which the present invention is applied.

[Figure 2]

Figure 2 is a diagram for explaining an opposite direction reading according to the aforementioned disk drive device.

[Figure 3]

Figure 3 is a diagram for explaining a detection method of an opposite direction reading according to the above-mentioned disk drive device.

[Figure 4]

Figure 4 is a diagram for explaining an operation of increasing the speed of an opposite direction reading according to the aforementioned disk drive device.

[Figure 5]

Figure 5 is a flow chart for detecting an opposite direction reading according to the above-mentioned disk drive

device.

[Figure 6]

Figure 6 is a flow chart illustrating a command execution operation of the aforementioned disk drive device in the case where a backward sequential operation mode is started.

[Figure 7]

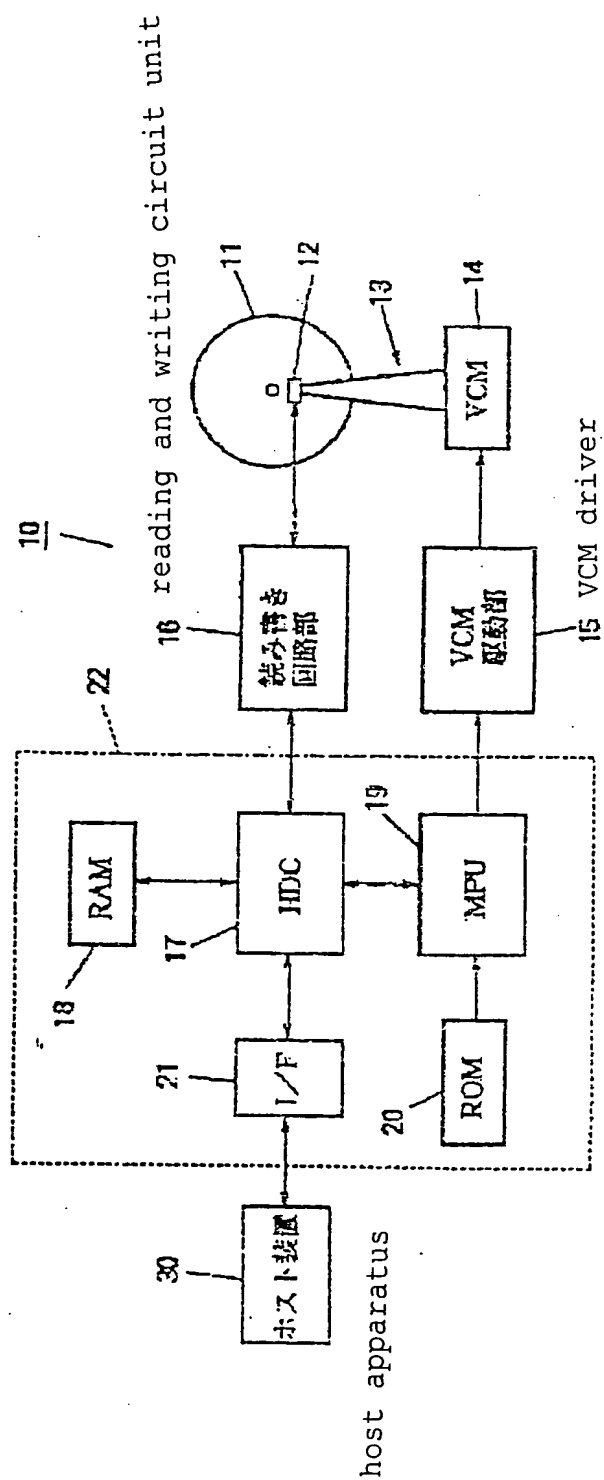
Figure 7 is a diagram for explaining a Look-Ahead (Look Ahead) operation of a prior art disk drive device.

[Description of the Reference Numerals]

- 10 disk drive device
- 11 magnetic disk
- 16 reading and writing circuit unit
- 17 hard disk controller (HDC)
- 18 RAM
- 19 MPU
- 20 ROM
- 21 I/F
- 22 controller
- 30 host apparatus

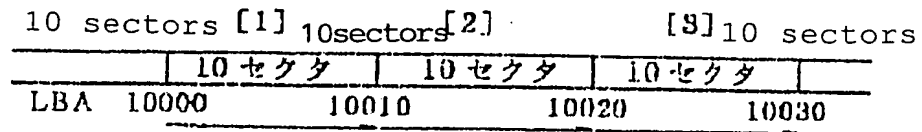


【図1】 [Figure 1]

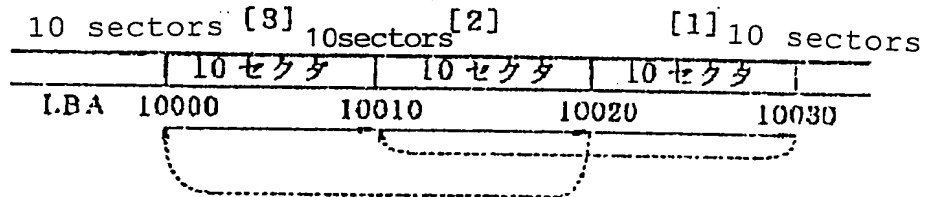


【図 2】 [Figure 2]

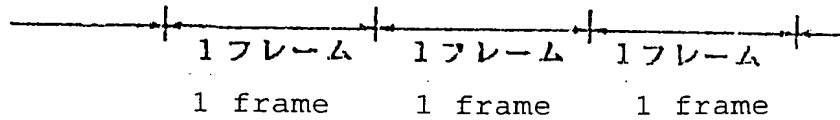
(a)シーケンシャルアクセス sequential access



(b)バックワードシーケンシャルアクセス backward sequential access



(c)＜例＞映像信号 (example) image signal



【図3】 [Figure 3]

sequential LBA

(a)シーケンシャルLBA

コマンド列

10000番地 10ブロック address No. 10000 10 blocks  
10010番地 10ブロック address No. 10010 10 blocks  
10020番地 10ブロック address No. 10020 10 blocks

command line

sequential LBA シーケンシャルLBA



10000-10ブロック ⇒ シーケンシャルLBA=10010 10000-10 blocks ⇒ sequen  
10010-10ブロック ⇒ シーケンシャルLBA=10020 10010-10 blocks ⇒ sequen  
10020-10ブロック ⇒ シーケンシャルLBA=10030 10020-10 blocks ⇒ sequen

backward sequential

(b)バックワードシーケンシャル

コマンド列

10020番地 10ブロック address No. 10020 10 blocks  
10010番地 10ブロック address No. 10010 10 blocks  
10000番地 10ブロック address No. 10000 10 blocks

command line

sequential LBA バックワードシーケンシャルLBA 10020-10 blocks ⇒ backward sequential LBA=10019  
10020-10ブロック ⇒ バックワードシーケンシャルLBA=10018



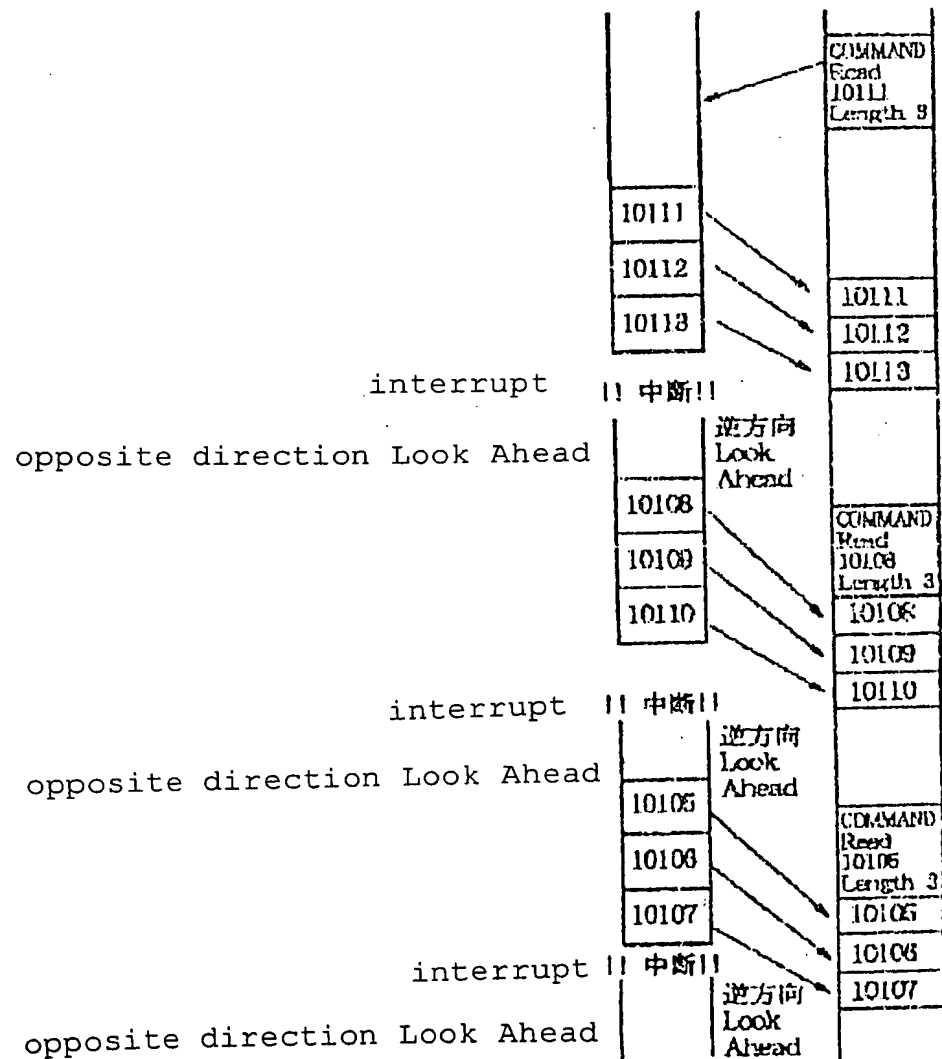
10010-10ブロック ⇒ ラストのLBA=10018 10010-10 blocks ⇒ last LBA=  
バックワードシーケンシャルLBA=10008 10010-10 blocks ⇒ last LBA=  
10000-10ブロック ⇒ ラストのLBA=10009 10000-10 blocks ⇒ last LBA=10009  
10000-10 blocks ⇒ last LBA=10009

【図4】 [Figure 4]

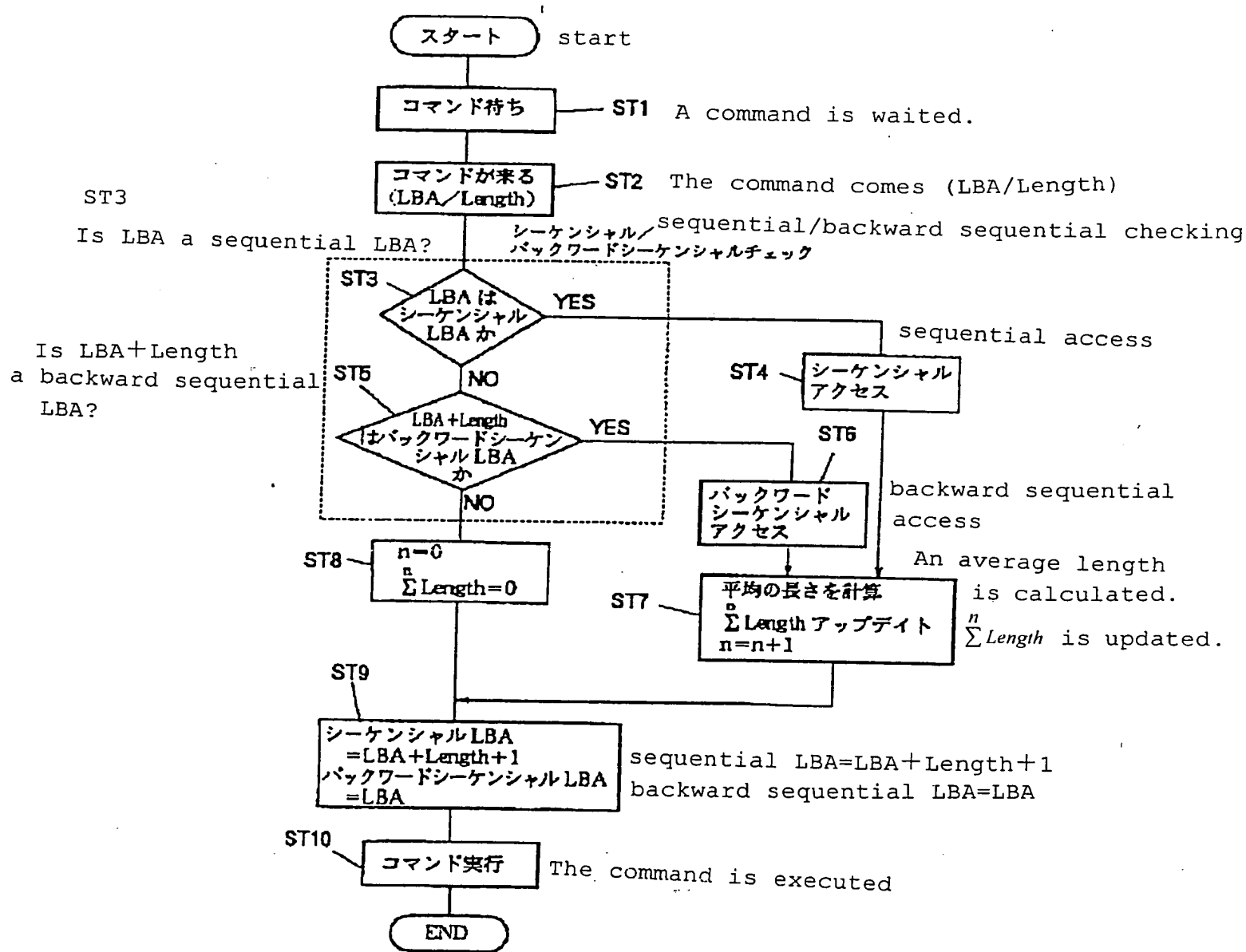
opposite direction reading mode

逆方向読みだしモード

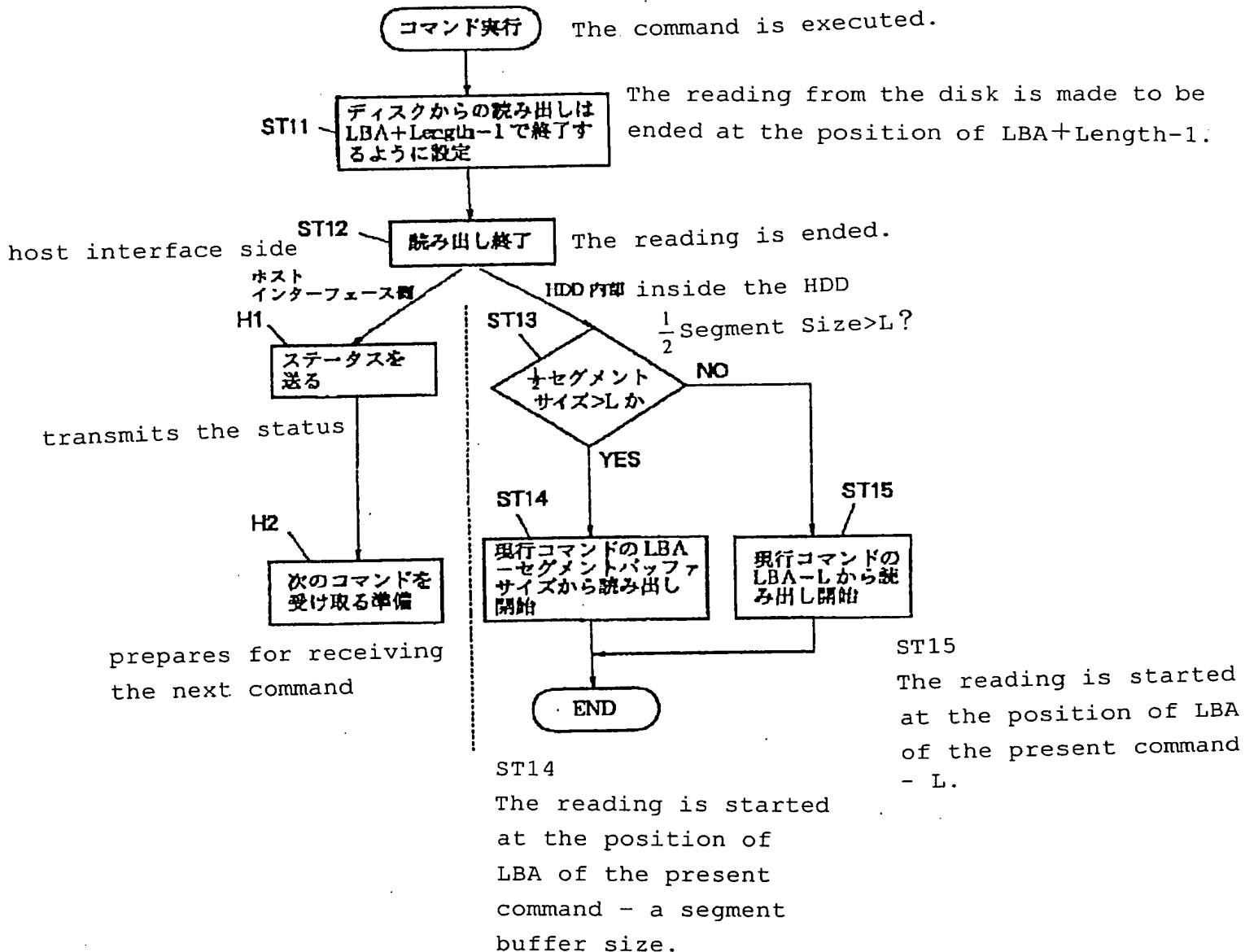
reading from a disk    ディスクからの読み出し    インターフェース上の動き    movement on an interface



【図5】 [Figure 5]



【図 6】 [Figure 6]



【図 7】 [Figure 7]

current method

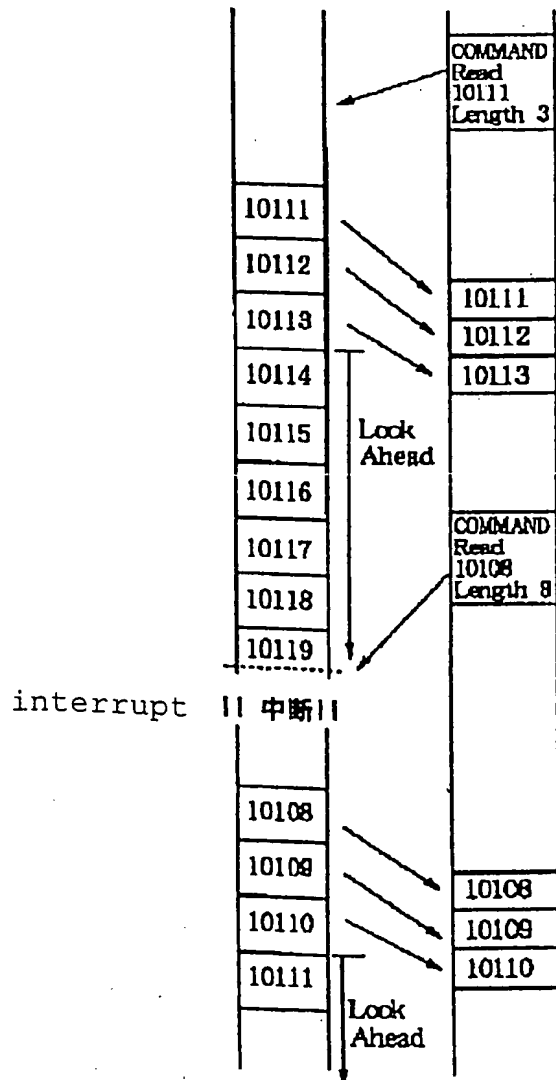
現行の方法

reading from a disk

ディスクからの  
読み出し

インターフェース  
上の動き

movement on an interface





## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11110139 A**

(43) Date of publication of application: 23 . 04 . 99

(51) Int. Cl.

**G06F 3/06**  
**G11B 20/10**

(21) Application number: **09262368**

(22) Date of filing: 26 . 09 . 97

(71) Applicant: **INTERNATL BUSINESS MACH  
CORP <IBM>**

(72) Inventor: FUKUHISA RYOJI  
SAITO HIROSHI  
HIRASHITA SHOICHI  
HASHIMOTO MINORU

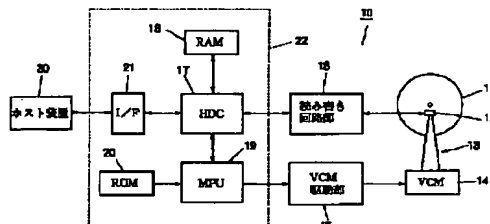
## (54) METHOD AND DEVICE FOR READING DATA

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make improvable the performance of inverse reading by starting reading data at an address preceding to a current address at the time point, when the reading of data from a storage medium is finished, when the inverse reading is detected.

**SOLUTION:** A magnetic disk device 10 is provided with a magnetic disk 11, magnetic head 12, actuator mechanism 13, hard disk controller 17 and RAM 18 or the like. The hard disk controller 17 controls operation such as the read/ write of data to the magnetic disk 11. The RAM 18 temporarily stores the supplied data and caches recording/reproducing data. This data reading method is a data reading method for reading data from the storage medium and has an inverse direction detecting step for detecting the inverse reading and a step for starting reading data at the address preceding to the current address at the time point when data are completely read out of the storage medium.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO





(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-110139

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 3/06

G 1 1 B 20/10

識別記号

3 0 2

F I

G 0 6 F 3/06

G 1 1 B 20/10

3 0 2 A

D

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-262368

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月26日

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 福久 良司

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・

ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外2名)

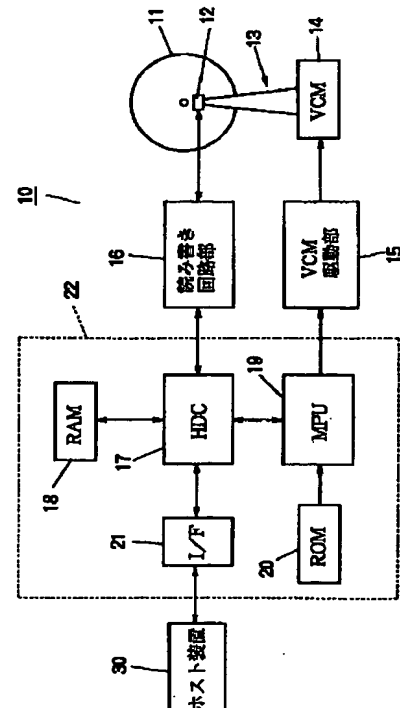
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ読み取り方法及びデータ読み取り装置

(57) 【要約】

【課題】 逆方向順次読み出しの性能を向上させることができ、より低価格で信頼性の高いデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置を提供する。

【解決手段】 ディスクドライブ装置10は、磁気ディスク11と、HDC17、RAM18、HDC17に対する制御を含む、HDD全体の動作を制御するMPU19、ROM20及び外部のホスト装置30に接続するためのI/F21からなる制御部22とを備え、制御部22は、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取るステップと、逆方向読み出しが検出されたとき、第1のLBAから第1の長さのブロックだけを読み出すステップと、第1のLBAより小さい第2のLBAから第2のブロックだけを先読みするステップとを実行し、逆方向読み出しが検出されたとき、ディスクからのデータの読み出しが終了した時点で、直ちに次のコマンドで要求されると予想されるデータの読み出しを開始する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り方法であって、  
逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、

前記記憶媒体からのデータの読み出しが終了した時点で、現アドレスより前のアドレスのデータの読み出しを開始する制御ステップとを有することを特徴とするデータ読み取り方法。

【請求項2】 記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り方法であって、  
逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、

第1のLBA(Logical Block Address : 論理ブロックアドレス) から第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取るステップと、  
前記第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すステップと、

前記第1のLBAより小さい第2のLBAから第2の長さのブロックを先読みするステップとを有することを特徴とするデータ読み取り方法。

【請求項3】 前記逆方向読み出し検出ステップは、逆方向読み出しとなるバックワードシーケンシャルLBAをコマンド列毎にチェックし、該バックワードシーケンシャルLBAの一致が所定回数続いたときは逆方向読み出しと判定することを特徴とする請求項1又は2の何れかに記載のデータ読み取り方法。

【請求項4】 逆方向読み出し検出後のステップにおいて、

1 コマンドの平均の読み出しの長さをセグメントサイズと比較し、  
バッファのセグメントサイズに応答する所定の値より読み出し長さが小さいとき、セグメントサイズ分戻って読み出し開始することを特徴とする請求項1又は2の何れかに記載のデータ読み取り方法。

【請求項5】 逆方向読み出し検出後のステップにおいて、  
データの長さがバッファのセグメントサイズに応答する所定の値であった場合は第2のLBAから読み出しを開始することを特徴とする請求項2に記載のデータ読み取り方法。

【請求項6】 逆方向読み出し検出後のステップにおいて、  
1 コマンドの平均の読み出しの長さLをセグメントサイズと比較し、読み出し長さがバッファのセグメントサイズに応答する所定の値より大きいとき、第2のLBAに戻って読み出し開始することを特徴とする請求項2に記載のデータ読み取り方法。

【請求項7】 記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り装置であって、

逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出手段と、  
前記逆方向読み出し検出手段により逆方向読み出しが検出されたとき、前記記憶媒体からのデータの読み出しが終了した時点で、現アドレスより前のアドレスのデータの読み出しを開始する制御手段とを備えたことを特徴とするデータ読み取り装置。

【請求項8】 記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り装置であって、

逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出手段と、  
第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取る手段と、

前記検出手段により逆方向読み出しが検出されたとき、  
前記第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出す手段と、

前記第1のLBAより小さい第2のLBAから第2の長さのブロックを先読みする手段とを備えたことを特徴とするデータ読み取り装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブ(HDD)等に用いられるデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置に係り、詳細には、キャッシング機能を持つセクタバッファを備えたデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ディスクドライブ装置には、セクタバッファと呼ばれるメモリが搭載されており、順次読み出しを高速化するために、一つの読み出しコマンドで要求された領域の読み出しが終了しても、それに続く領域の読み出しを続けておく(Look Aheadと呼ばれている)。すると順次読み出しの場合には、次の読み出しコマンドが来たときには、既に上記メモリ上にデータが存在することになり、高速化が図られる。なお、使用可能なセクタに通し番号を振ったものを論理ブロックアドレス(LBA: Logical Block Address)と呼ぶ。

【0003】図7は先読み(Look Ahead)動作を説明するための図であり、ディスクからの読み出しとインターフェース上の動きを示す。図中の番号は番地、矢印は動作の順序を示す。

【0004】現行の方法は、順方向の場合であり、指定されたディスク上のデータを読み出すが、その後バッファメモリに余裕がある限りにおいて、ディスクからの読み出しをし続ける。そのようにすることによって、改めて読み出し動作をするまではバッファメモリにデータがあるのでそのデータをそのまま転送すればよい。これが先読み(Look Ahead)動作である。図7の例では、まずコマンド(Read 10111Length 3)が発行されると、ディスクから読み出しコマンドで要求された領域(10111~10113)の読み出しが行われてインターフェース上に転送されるが、読み出しコマンドで要求された領域の読み出

しが終了しても、それに続く領域（10114～）の読み出しが続けられる。

【0005】このように、リードキャッシュプロセスでは、ホスト装置から読み出しが指示されたデータあるいは読み出されるであろうと予測されるデータを磁気ディスクから先読み（Look Ahead）してメモリに保持しておく。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこのような従来のディスクドライブ装置にあっては、順次読み出しにあってはlook Aheadによって高速化を図ることができるものの、逆方向順次読み出しに対しては何等考慮がなされていなかったため、逆方向順次読み出しが行われた場合、コマンドが来てからディスク上のデータを読み出すという動作を続けることになり、順次読み出しに比べて時間のかかる処理となってしまうという問題点があった。

【0007】すなわち、最近になってHDDが映像信号の記録及び編集に使われるようになり、映像信号の逆方向再生の場合にHDDに対して逆方向順次読み出しが行われる。このとき、順方向読み出しに比べて逆方向読み出しの性能が悪いので、逆方向順次読み出しの性能を元にシステムの設計を行う必要がある。逆方向順次読み出しと順方向読み出しの性能の差が大きい場合には、逆方向順次読み出しの性能に合わせた設計はHDDの性能を低く見積もった設計となり、コスト高となってしまう。また、コストを抑えようとする、逆方向読み出しの時にマージンが少なくなり、システムの動作の安定性が保証できなくなる。

【0008】本発明は、逆方向順次読み出しの性能を向上させることができ、より低価格で信頼性の高いデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係るデータ読み取り方法は、記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り方法であって、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、記憶媒体からのデータの読み出しが終了した時点で、現アドレスより前のアドレスのデータの読み出しを開始する制御ステップとを有することを特徴とする。

【0010】本発明に係るデータ読み取り方法は、記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り方法であって、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取るステップと、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すステップと、第1のLBAより小さい第2のLBAから第2の長さのブロックを先読みするステップとを有することを特徴とする。

【0011】上記逆方向読み出し検出ステップは、逆方向読み出しとなるバックワードシーケンシャルLBAをコマンド列毎にチェックし、該バックワードシーケンシャルLBAの一致が所定回数続いたときは逆方向読み出しと判定するものであってもよい。

【0012】上記逆方向読み出し検出後のステップにおいて、1コマンドの平均の読み出しの長さをセグメントサイズと比較し、バッファのセグメントサイズに応答する所定の値より読み出し長さが小さいとき、セグメントサイズ分戻って読み出し開始するようにしてもよい。

【0013】また、上記逆方向読み出し検出後のステップにおいて、データの長さがバッファのセグメントサイズに応答する所定の値であった場合は第2のLBAから読み出しを開始するようにしてもよく、また、上記逆方向読み出し検出後のステップにおいて、1コマンドの平均の読み出しの長さLをセグメントサイズと比較し、読み出し長さがバッファのセグメントサイズに応答する所定の値より大きいとき、第2のLBAに戻って読み出しを開始するようにしてもよい。

【0014】本発明に係るデータ読み取り装置は、記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り装置であって、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出手段と、逆方向読み出し検出手段により逆方向読み出しが検出されたとき、記憶媒体からのデータの読み出しが終了した時点で、現アドレスより前のアドレスのデータの読み出しを開始する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】本発明に係るデータ読み取り装置は、記憶媒体からデータを読み取るためのデータ読み取り装置であって、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出手段と、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取る手段と、検出手段により逆方向読み出しが検出されたとき、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出す手段と、第1のLBAより小さい第2のLBAから第2の長さのブロックを先読みする手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明に係るデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置は、小型HDDに適用することができる。

【0017】図1は本発明の実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【0018】図1において、磁気ディスク装置（HDD）10は、データ記録媒体である磁気ディスク11と、磁気ディスク11にデータの読み出し／書き込みを行うための磁気ヘッド12と、磁気ヘッド12を有するヘッドスライダを磁気ディスク11表面上空及び退避位置に移動させるアクチュエータ機構13と、アクチュエータ機構13のアームを巡回駆動するボイスコイルモータ（VCM）14と、磁気ディスク11を回転駆動する

スピンドルモータを含む、VCM14を駆動するVCM駆動部15と、検出信号の増幅回路、波形整形回路、アナログ・デジタル変換器(ADC)及びデジタル・アナログ変換器(DAC)等をモジュール化し、データの読み書きを制御する読み書き回路部16と、磁気ディスクに対しデータの読み出し/書き込み等の動作を制御するハードディスクコントローラ(Hard Disk Controller: HDC)17と、供給されたデータを一時的に記憶するとともに、記録/再生データがキャッシュされるRAM18と、HDC17に対する制御を含む、HDD全体の動作を制御するMPU19と、MPU19を動作させるためのマイクロプログラム、データを格納するROM20と、双方向線路を介して外部のホスト装置30に接続するためのインターフェース(I/F)21とを備えて構成される。

【0019】また、HDC17、RAM18及びMPU19はデータバスにより互いに接続され、HDC17は制御用バスによりMPU19に接続され、HDC17はI/F21を介してHDD外部のホスト装置30に接続される。

【0020】磁気ディスク11は、データが記録されるデータ領域とサーボデータが予め記録されているサーボ領域とを含むトラックが同心円状に配置されているEmbedded servo (Sector servo) 方式、または磁気ディスクの一面をサーボ専用に使ひ、他の磁気ディスク面にはデータのみを記録するDedicated servo方式にも適用できる。

【0021】上記HDC17、RAM18、MPU19、ROM20及びインターフェース21は、全体としてHDD全体の動作を制御するとともに、I/F21を介して接続された外部の機器(ホスト装置30)に対するデータの入出力を制御する制御部22を構成する。

【0022】制御部22は、制御プログラムを実行するMPU19、制御プログラム、不良セクタの位置を示すディフェクトマップ等のデータを保持するメモリ等を備えている。

【0023】メモリとしてはRAM18、ROM20を備えており、制御プログラムは、ROM20若しくはRAM18に格納されている。RAM18に格納されるプログラムは、磁気ディスク11上の所定の領域に保存しておき、電源投入時(POR [Power On Reset: パワー・オン・リセット] 時)にRAM18に読み込んで実行する。また、RAM18は、キャッシュメモリとしての機能を有し、磁気ディスク上の記録単位(セクタ)の数百個分以上のデータを保持することができる程度の記憶容量、例えば128Kバイト(256ブロック)を持つ。

【0024】この制御部22は、制御プログラム(マイクロプログラム)を実行することにより、ディスクドライブ装置全体の動作を制御し、ホスト装置30からI/

F21を介して供給されるコマンド、データに基づいて磁気ディスク11に対する読み出し/書き込みの制御等を行う。

【0025】また、制御部22のMPU19は、複数のプロセスを並行して実行することができるようになっており、そのうちの1つのプロセスは、ホスト装置30との間のコマンド、データの入出力の制御であり、他の1つはバッファ(RAM18)に保持されている書き込みデータを磁気ディスク11に書き込むライトプロセスであり、他の1つはホスト装置30から読み出しが指示されたデータあるいは読み出されるであろうと予測されるデータを磁気ディスク11から先読み(Look Ahead)してバッファに保持しておくリードキャッシュプロセスである。他にもサーボ制御のための演算、エラー回復処理等のプロセスを並行して実行する。

【0026】ホスト装置30に対する入出力制御プロセスでは、制御部22は、ホスト装置30からデータの書き込みを要求するコマンド、書き込み先(磁気ディスク11上のセクタ)を指示するアドレス(例えば、論理ブロックアドレス:LBA等)及び書き込みデータが供給されると、供給された書き込みデータをバッファに保持する。また、ホスト装置30からデータの読み出しを要求するコマンドと読み出すべきデータが格納されているアドレス(LBA)が供給されると、当該読み出し要求があったデータが磁気ディスク11から読み出されてバッファに保持されていれば、それを読み出してホスト装置30に供給し、バッファに保持されていなければ読み書き回路部16に読み出し要求のあったデータの読み出しを指示し、読み出されたデータをホスト装置30に供給する。

【0027】ライトプロセスでは、制御部22は、上述のようにホスト装置30から供給されて、バッファに保持されている書き込みデータを順次読み出し、読み書き回路部16に供給して磁気ディスク11に対する書き込みを指示する。

【0028】また、リードキャッシュプロセスでは、制御部22は、読み書き回路部16にホスト装置30から読み出し要求があると予想されるデータの読み出しを指示し、読み出されたデータをバッファに保持しておく。

【0029】ここで、制御部22では、上述のようなプロセスに加えて、逆方向読み出しを検出する手段と、逆方向読み出しが検出されたとき、磁気ディスク11からのデータの読み出しが終了した時点で、直ちに次のコマンドで要求されると予想されるデータの読み出しを開始する制御を行うようになっている。

【0030】以下、上述のように構成されたディスクドライブ装置10の動作を説明するが、まず、本発明の基本的な考え方について述べる。

【0031】ハードディスクの読み出し動作は、ディスクから読み出したデータを一旦ハードディスクドライブ

10

20

30

40

50

上のメモリに格納し、それをインターフェース経由で外部に転送している。したがって、ディスクからのデータの読み出しが終了してから実際にデータが転送され、次のコマンドを実行するまでには時間がある。

【0032】そこで本発明では、逆方向読み出しが行われていることは、コマンド列を見ることにより容易に検出されるので、逆方向読み出しが行われていることが検出された場合には、ディスクからのデータの読み出しが終了した時点で直ちに次のコマンドで要求されると予想されるデータの読み出しを開始する。これにより、次のコマンドが来る前にデータの読み出しを開始してしまいうることができる。

【0033】逆方向読み出しについて詳細に説明する。

【0034】図2は逆方向読み出しを説明するための図であり、図2(a)はシーケンシャルアクセスを、図2(b)はバックワードシーケンシャルアクセス(逆方向順次読み出し)を、図2(c)はバックワードシーケンシャルアクセスを行う場合の映像信号の例を示す。図中、□はアクセス順序を示す。

【0035】該当アドレスから所定セクタ単位(例えば、LBA10000番地から10セクタ単位)でデータを読み出す場合、シーケンシャルアクセス(順方向読み出し)では図2(a)に示すようになる。これに対して、バックワードシーケンシャルアクセスは、図2(b)に示すように、まず[1]のデータ(LBA10020番地から10セクタ)を読み出し、次いで同図破線に示すように、LBA10010番地に戻って[2]のデータ(LBA10010番地から10セクタ)を読み出し、次いでLBA10000番地に戻って[3]のデータ(LBA10000番地から10セクタ)を読み出す。なお、上記では説明の便宜上、読み出しセクタ数を10セクタとしたが、逆方向読み出しの実際の適用例としては逆方向再生の場合における逆方向順次読み出しが挙げられる。例えば、図2

(c)に示すように、テレビの映像信号の1フレーム単位で逆方向再生する場合がある。

【0036】本発明は、HDDはコマンドを受け取った時に、MPUがそのコマンドをチェックし、バックワードシーケンシャルアクセスがあることを判断する。そして、一回のアクセスがどの位の長さのデータ読み出しであるかを求め、(1)データの長さがセグメントサイズに収まり切らない程の大きさであった場合はその次に来するようなコマンドの先頭までいって読み出しを開始し、(2)一回のアクセスによるデータの長さが短く、データがバッファのセグメントサイズに収まる程の大きさであった場合はセグメントサイズ分前に戻って読み出しを開始することによって回転待ちを減らすことができる。

【0037】逆方向読み出しの検出方法について説明する。

【0038】図3は逆方向読み出しの検出方法を説明するための図であり、図3(a)はバックワードシーケン

シャルを説明するための比較例としてLook Ahead動作におけるシーケンシャルLBAの例を、図3(b)はバックワードシーケンシャルLBAの例を示す。

【0039】図3(a)において、メモリ内部にシーケンシャルLBAを確保し、コマンド列が来た時点でシーケンシャルLBAに番地と長さ(ブロック)を保持する。例えば、コマンド列(LBA10000番地から10ブロック)が来た時点でシーケンシャルLBAを10ブロック先のLBA10010番地とする。その次に、コマンド列(LBA10010番地から10ブロック)が来た時点でシーケンシャルLBAを10ブロック先のLBA10020番地とする。このようにして、コマンド列毎のシーケンシャルLBAをチェックしてシーケンシャルLBAの一致が所定回数続いたときはシーケンシャルと判定する。このようなシーケンシャルの判定は、シーケンシャル読み出しの高速化のために従来から行っているものである。

【0040】バックワードシーケンシャルの場合にも、上記シーケンシャルLBAと同じような方法により逆方向読み出しを検出する。

【0041】図3(b)において、メモリ内部にバックワードシーケンシャルLBAを確保し、コマンド列が来た時点でバックワードシーケンシャルLBAに番地と長さ(ブロック)を保持する。例えば、コマンド列(LBA10020番地から10ブロック)、コマンド列(LBA10010番地から10ブロック)、コマンド列(LBA10000番地から10ブロック)のコマンド列が来た場合を例にとる。まず、10020番地から10ブロックが来た時点でバックワードシーケンシャルLBAを、先頭番地の1ブロック前のLBA10019番地とする。

【0042】ここで、バックワードシーケンシャルLBAを、10ブロック前とせず先頭番地の1つ前としたのは、必ずしも10ブロック(セクタ)とは限らないことと、少なくとも先頭番地の1つ前としておけばバックワードシーケンシャルの繋がりが確実に判明するからである。

【0043】図3(b)では、コマンド列(LBA10020番地から10ブロック)が来た時点でバックワードシーケンシャルLBAを先頭番地の1ブロック前のLBA10019番地とする。その次に、コマンド列(LBA10010番地から10ブロック)が来たとその時点でバックワードシーケンシャルLBAを1ブロック前のLBA10009番地とする。このようにして、バックワードシーケンシャルLBAの内容をチェックしてバックワードシーケンシャルLBAの一致が所定回数続いたときはバックワードシーケンシャルと判定する。

【0044】以上のようにしてバックワードシーケンシャルLBAが検出されると、検出したバックワードシーケンシャルLBAをもとに逆方向読み出しを高速化する。

【0045】以下、高速化の方法について基本的な考え方を説明する。

【0046】1コマンドの平均の読み出しの長さ (Read length) を $L$ とし、この $L$ をセグメントサイズと比較する。

【0047】 $L$ をセグメントサイズと比較したときに、  
(1)セグメントサイズの半分より $L$ が小さいとき ( $(1/2) \text{ Segment Size} > L$ のとき)

セグメントサイズの半分より一回の読み出し長さ $L$ が小さいときというのは、前に読んだ時に少なくとも2個先読みができることを意味する。この時にはセグメントサイズ分戻って読み出し開始 (Read Start) をかける。この(1)の場合には、回転待ちをすることなく直ちに読み出しができるため大幅に時間短縮ができる。この(1)の場合は図4により後述する。一方、

(2) $L$ がセグメントサイズの半分以上のとき ( $(1/2) \text{ Segment Size} \leq L$ のとき)

$L$ がセグメントサイズの半分以上大きいときというのは、1コマンド分しか先読み効かない状態になっている場合である。この時には回転待ちは避けられない状態であるから次に来ると思われるコマンドの先頭 $LBA$ に戻って読み出し開始 (Read Start) をかける。この(2)の場合には、コマンドが実際に来るまでの時間が短縮できる。

【0048】ここで、 $(1/2) \text{ Segment Size}$ と平均の長さ $L$ とを比較することで以下のような効果を得ることができる。すなわち、 $(1/2) \text{ Segment Size} > L$ のときは複数の先読みができる可能性があるが、 $(1/2) \text{ Segment Size} \leq L$ のときはコマンド2個分の先読みはできず、このように1個しか先読みができない場合に逆方向に戻ってもセグメントバッファに入らないため意味がない。そこでこの場合には、先読みは行わずコマンドの先頭 $LBA$ に戻って読み出し開始することによって少しでも高速化を図る。

【0049】図4は逆方向読み出し高速化動作を説明するための図であり、ディスクからの読み出しとインターフェース上の動きを示す。なお、前記図7の先読み (Look Ahead) 動作と対比してみるとより分かりやすい。

【0050】前記図7に示す現行の方法は、順方向の場合であり、指定されたディスク上のデータを読み出すが、その後バッファメモリに余裕がある限りにおいて、ディスクからの読み出しをし続ける。

【0051】これに対して、逆方向読み出し高速化動作では、図4に示すように、指定されたディスク上のデータを読み出すが、該当セクタの読み出しが終わった時点でディスクからの読み出しを中断する。すなわち、ディスクからの読み出しはコマンドで要求されたセクタ分しか読み出さない。そして、コマンド要求が終わると直ちに、予測されている次に来るコマンドに基づいて逆方向Look Ahead動作を開始する。次に予測されたコマンドが

来たときに、逆方向Look Aheadによりディスクから先読み出しされたデータを直ちに転送する。

【0052】図4の例では、まずコマンド (Read 10111 Length 3) が発行されると、ディスクから読み出しコマンドで要求されたセクタ ( $LBA10111 \sim 10113$ ) の読み出しが行われてインターフェース上に転送され、該当セクタの読み出しが終わった時点でディスクからの読み出しを中断する。そして直ちに、逆方向Look Ahead動作を開始し、予測されている次に来るコマンドで要求されるセクタ (10108~10110) の読み出しを行う。次に予測されたコマンド (Read 10108 Length 3) が発行されると、ディスクから逆方向先読み出しされているセクタ

( $LBA10108 \sim 10110$ ) を直ちに転送する。また、該当セクタ ( $LBA10108 \sim 10110$ ) の読み出しが終わった時点でディスクからの読み出しを中断する。同様にして、次の逆方向Look Ahead動作を開始し、予測されている次に来るコマンドで要求されるセクタ (10105~10107) の読み出しを行い、次に予測されたコマンド (Read 10105 Length 3) が発行されると、ディスクから逆方向先読み出しされているセクタ ( $LBA10105 \sim 10107$ ) を直ちに転送する。

【0053】次に、上記基本的な考え方に基づいてディスクドライブ装置10の動作をフローチャートを参照して詳細に説明する。

【0054】図5は逆方向読み出し検出するためのフローチャートであり、本フローはMPU19において実行する。図中、STはフローの各ステップを示す。

【0055】まず、ステップST1でコマンドを待ち、コマンドが来るとステップST2で $LBA/Length$ を得る。次いで、シーケンシャル/バックワードシーケンシャルチェックに入り、具体的にはステップST3で $LBA$ がシーケンシャル $LBA$ か否かを判別し、 $LBA$ がシーケンシャル $LBA$ のときはステップST4で前記図7に示すようなシーケンシャルアクセスを行ってステップST7に進む。

【0056】 $LBA$ がシーケンシャル $LBA$ でないときはステップST5で $LBA+Length$  (コマンドのレンジ) がバックワードシーケンシャル $LBA$ か否かを判別し、バックワードシーケンシャル $LBA$ のときはステップST6で図4に示すようなバックワードシーケンシャルアクセスを行ってステップST7に進む。

【0057】ステップST7では、先読みに用いるためのデータ (セクタ) の平均の長さを計算する。具体的には、 $n$ 個のレンジの和 ( $\Sigma Length$ ) をアップデートし、 $n$ をインクリメント ( $n=n+1$ ) する。ここで、平均の長さ ( $\Sigma Length/n$ ) は、シーケンシャル (又はバックワードシーケンシャル) にコマンドが $n$ 個 (例えば、5個) 来たときに1コマンド平均の長さを求めるものである。この平均の長さを基にバックワードシーケンシャルの戻り量が決定される。一方、上記ステップST

5でバックワードシーケンシャルLBAでないときはランダムアクセスと判断してステップST8で上記n及びレングスの和( $\Sigma \text{Length}$ )を0とする( $n=0$ ,  $\Sigma \text{Length}=0$ )。

【0058】次いで、ステップST9でシーケンシャルLBA/バックワードシーケンシャルLBAをそれぞれ次のコマンドのLBAとする。具体的には、シーケンシャルLBAの場合は、LBAに長さ(Length)と1セクタを加えたものを次のコマンドのシーケンシャルLBAとし( $\text{LBA} + \text{Length} + 1$ )、バックワードシーケンシャルLBAの場合は、現LBA-1を次のコマンドのバックワードシーケンシャルLBAとする。

【0059】次いで、ステップST10で該当コマンドを実行して本フローを終え、ステップST1に戻って次のコマンド待ちをする。コマンド実行については図6により後述する。

【0060】図6はコマンド実行動作を示すフローチャートであり、本フローはバックワードシーケンシャル動作モードに入った場合の例である。

【0061】まず、コマンド実行処理がスタートすると、ステップST11でディスクからの読み出しを、コマンドのLBAにコマンドの長さ(Length)を加え、1セクタを減じた箇所( $\text{LBA} + \text{Length} - 1$ )で終了させるように設定する。

【0062】ステップST12で読み出しが終了すると、ホストインターフェース側とHDD内部ではそれぞれ以下のような動作を行う。

【0063】すなわち、ホストインターフェース側では、ステップH1でステータスを送り、ステップH2で次のコマンドを受け取る準備に入る。一方、HDD側では、ステップST13で $(1/2) \text{ Segment Size} > L$ ( $L$ は平均の長さ)か否かを判別する。これは、前述した高速化の方法(1)または(2)を実行するためのものである。

【0064】 $(1/2) \text{ Segment Size} > L$ のときは、複数のコマンドに対して先読みができるときであるから、ステップST14で現行のコマンドのLBAからセグメントバッファサイズ分戻って読み出し開始(Read Start)をかけ本フローを終了する。この場合は少なくとも最低2個先読みができ、大幅に時間短縮ができる。

【0065】 $(1/2) \text{ Segment Size} \leq L$ のときは、複数のコマンドに対して先読みはできないので、現行のコマンドのLBAから平均の長さ $L$ 戻ったところから読み出し開始(Read Start)をかけ本フローを終了する。この場合は、先読みによる大幅な高速化はできないものの、コマンドが実際に来るまでの時間が短縮できる。

【0066】以上説明したように、本実施形態に係るディスクドライブ装置10は、磁気ディスク11と、HDC17、記録/再生データがキャッシュされるRAM18、HDC17に対する制御を含む、HDD全体の動作

を制御するMPU19、マイクロプログラム等を格納するROM20及び外部のホスト装置30に接続するためのI/F21からなる制御部22とを備え、制御部22は、逆方向読み出しを検出する逆方向読み出し検出ステップと、第1のLBAから第1の長さのブロックを読み出すコマンドを受け取るステップと、逆方向読み出しが検出されたとき、第1のLBAから第1の長さのブロックだけを読み出すステップと、第1のLBAより小さい第2のLBAから第2のブロックだけを先読みするステップとを実行し、逆方向読み出しが検出されたとき、ディスクからのデータの読み出しが終了した時点で、直ちに次のコマンドで要求されると予想されるデータの読み出しを開始するようにしたので、逆方向順次読み出しの性能を向上させることができ、より低価格で信頼性の高いデータ読み取りシステムが実現可能になる。

【0067】また、本実施形態では、 $(1/2) \text{ Segment Size}$ と平均の長さ $L$ とを比較し、複数のコマンドに対して先読みができるか否かにより最適化した逆方向読み出し制御を行っているので、パフォーマンスを低下させることなく回転待ちを最小限に抑えることができる。

【0068】さらに、本実施形態では、回路等を追加することなく実施が可能であり、従来の順方向先読み制御と併用できることは勿論である。したがって、システム運用上の変更を招くことなく低コストで容易に実施ができるという優れた効果を有する。

【0069】なお、本実施形態では、本発明をHDDに適用した例を説明したが、これに限らず、キャッシュメモリを備えたディスクドライブ装置であればどのような装置にでも本発明を適用できる。例えば、光磁気ディスク等HDD以外の外部記録装置に用いてもよく、上述の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0070】また、本実施形態では、 $(1/2) \text{ Segment Size}$ と平均の長さ $L$ とを比較し、複数のコマンドに対して先読みができるか否かを判別しているが、平均の長さ $L$ との比較例は一例であることは言うまでもない。例えば、 $(1/2) \text{ Segment Size}$ としない、または平均の長さ $L$ に所定の余裕度を持たすものであってもよい。また、コマンドの平均の長さの算出方法はどのような方法であってもよい。

【0071】さらに、上記ディスクドライブ装置を構成するHDC、メモリ、MPU等の種類、数などは上述した実施形態に限られないことは言うまでもない。

【0072】

【発明の効果】本発明に係るデータ読み取り方法及びデータ読み取り装置では、逆方向読み出しを検出し、逆方向読み出しが検出されたとき、記憶媒体からのデータの読み出しが終了した時点で、現アドレスより前のアドレスのデータの読み出しを開始するようにしたので、逆方向順次読み出しの性能を向上させることができ、より低価格で信頼性の高いデータ読み取りが実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を適用した実施形態に係るディスクドライブ装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 上記ディスクドライブ装置の逆方向読み出しを説明するための図である。

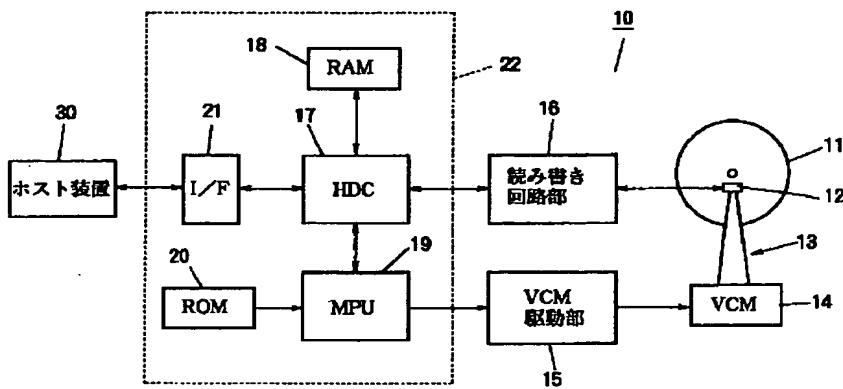
【図 3】 上記ディスクドライブ装置の逆方向読み出しの検出方法を説明するための図である。

【図 4】 上記ディスクドライブ装置の逆方向読み出し高速化動作を説明するための図である。

【図 5】 上記ディスクドライブ装置の逆方向読み出し検出するためのフローチャートである。

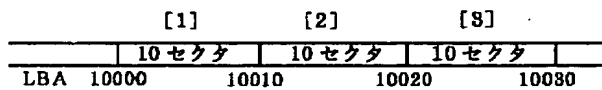
\*

【図 1】

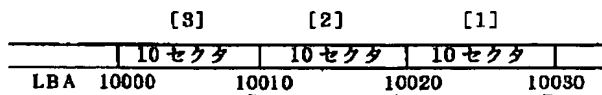


【図 2】

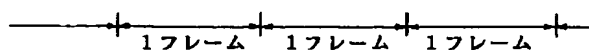
## (a) シーケンシャルアクセス



## (b) バックワードシーケンシャルアクセス



## (c) &lt;例&gt;映像信号



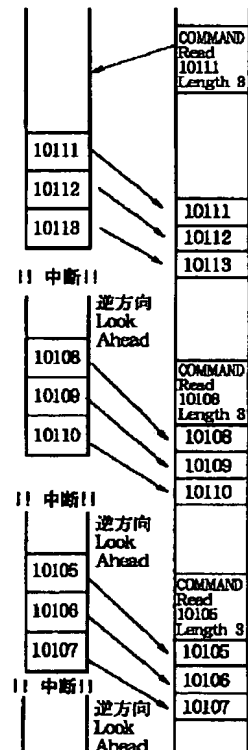
\* 【図 6】 上記ディスクドライブ装置のバックワードシーケンシャル動作モードに入った場合のコマンド実行動作を示すフローチャートである。

【図 7】 従来のディスクドライブ装置の先読み (Look Ahead) 動作を説明するための図である。

## 【符号の説明】

10 ディスクドライブ装置、11 磁気ディスク、16 読み書き回路部、17 ハードディスクコントローラ (HDC)、18 RAM、19 MPU、20 ROM、21 I/F、22 制御部、30 ホスト装置

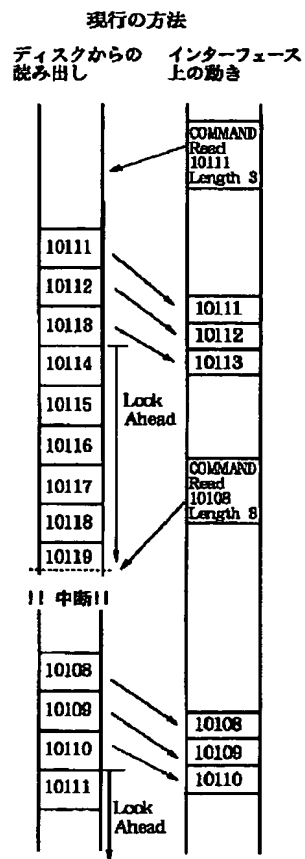
【図 4】

逆方向読みだしモード  
ディスクからの読み出し インターフェース上の動き





【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 博史  
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 平下 昇一  
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内

(72)発明者 橋本 穰  
神奈川県藤沢市桐原町 1 番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社 藤沢事業所内